

**INCIDENCIA DE LA FERTILIZACIÓN ORGÀNICA Y USO DE BIO-  
FERTILIZANTES EN LA PRODUCCIÓN DE AJÍ TABASCO (*Capsicum  
frutescens*) EN EL MUNICIPIO DE DAGUA**

**JAIME ANDRÉS CARVAJAL PULIDO**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA  
SANTIAGO DE CALI  
2017**

**INCIDENCIA DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y USO DE BIO-  
FERTILIZANTES EN LA PRODUCCIÓN DE AJÍ TABASCO (*Capsicum  
frutescens*) EN EL MUNICIPIO DE DAGUA**

**JAIME ANDRÉS CARVAJAL PULIDO**

**Director, Ing. Jaime Díaz Ortiz, PhD  
Co – Director, Ing. Aldemar Reyes Trujillo, M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA ACADÈMICO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA  
SANTIAGO DE CALI  
2017**

<b>Tabla de Contenido</b>	
Tabla de Contenido.....	3
Lista de figuras.....	4
1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. JUSTIFICACIÓN .....	6
3. OBJETIVOS .....	7
3.1 Objetivo general.....	7
3.2 Objetivos específicos .....	7
4. MARCO TEÓRICO.....	8
4.1 Cultivo de Ají ( <i>Capsicum spp.</i> ).....	8
4.2 Origen .....	8
4.3 Aspectos generales del cultivo.....	8
4.4 Uso de fertilizantes orgánicos en agricultura .....	9
4.5 Bio-fertilizantes .....	10
4.5.1 Bio-fertilizantes con micorrizas .....	11
4.5.2 Bio-fertilizantes compuestos .....	11
4.5.3 Bio-fertilizantes comerciales .....	12
4.5.4 Características físicas de los bio-fertilizantes .....	12
4.6 Fertilización orgánica .....	12
5. METODOLOGIA.....	13
5.1 Localización del predio .....	13
5.2 Análisis de suelo .....	14
Análisis de suelo completo anexo 1.....	14
5.3 Fase de invernadero .....	15
5.4 Fase de campo .....	15
5.4.1 Fertilización orgánica y bio-fertilización. ....	16
5.5 Diseño experimental fase de campo.....	16
5.5.1 Descripción de los tratamientos .....	18
5.5.2 Variables de respuesta .....	19
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	21
6.1 FASE DE CAMPO .....	21
6.1.2 Número de frutos de ají.....	21
6.1.3 Masa fresca del fruto .....	22
6.1.4 Masa seca del fruto.....	23
7. CONCLUSIONES.....	24
8. RECOMENDACIONES .....	24
9. BIBLIOGRAFÍA .....	25
10. ANEXOS .....	29

### Lista de figuras

Figura 1. Ubicación del predio .....	14
Figura 2. Geo-referenciación lote.....	14
Figura 3. Bandejas de germinación con 128 alveolos.....	15
Figura 4. Terreno donde se realizó el experimento.....	16
Figura 5. Riego por goteo en el área experimental .....	16
Figura 6. Plantas en campo. ....	17
Figura 7. Distribución en campo de los tratamientos. ....	18
Figura 8. Frutos maduros de ají tabasco .....	19
Figura 9. Secado de frutos en horno.....	19
Figura 10. Frutos secos de ají tabasco .....	20
Figura 11. Resultados número de frutos para plántulas de ají.....	22
Figura 12. Masa fresca (g) de frutos de ají .....	22
Figura 13. Masa seca (g) de frutos de ají .....	23

### Lista de tablas

Tabla 1. Resultado pruebas de suelo .....	14
Tabla 2. Fertilizantes utilizados en la germinación.....	15
Tabla 3. Requerimientos nutricionales del ají .....	15
Tabla 4. Distribucion de los tratamientos. ....	17
Tabla 5. Descripción de los tratamiento.....	15
Tabla 6. Plan de fertilización de síntesis completa. ....	19

## 1. INTRODUCCIÓN

Un adecuado suministro de nutrientes es un factor indispensable en la búsqueda de una alta productividad en cualquier explotación agropecuaria, más aun si estos cultivos están ubicados en suelos que no posean una capacidad natural para suministrarlos. Por excelencia, los fertilizantes son utilizados para entregar a la planta los elementos esenciales que el suelo no provee.

La mayoría de los suelos en donde se desarrolla la agricultura Colombiana no suplen las demandas nutricionales que exige una producción agrícola económica y ambientalmente viable. Es por ello que los productores agrícolas, y en algunos casos los pecuarios, deben aplicar fertilizantes como un insumo para asegurar una producción aceptable, lo que implica que este se constituya en un rubro muy importante dentro del costo de producción. A pesar de esto, existe un gran desconocimiento del uso de este insumo por parte de los agricultores como de los técnicos responsables de la fertilidad del cultivo.

El uso de fertilizantes orgánicos y bio-fertilizantes en la agricultura moderna se considerada como un aspecto clave para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, a la vez que se presenta como una tecnología amigable con el medio ambiente y como una herramienta necesaria para la producción de alimentos orgánicos cada vez más demandados. A partir de la domesticación de plantas con fines de alimentación humana, el ser humano no solo modificó la diversidad vegetal al utilizar sistemas de producción de monocultivos, sino que también realizó cambios en las condiciones del propio suelo. Estos cambios afectaron la expresión de enfermedades en los cultivos, lo cual aparentemente se incrementó por la implementación de la revolución verde cuyo objetivo fue el aumento de la producción agrícola mediante la aplicación de fertilizantes y otros productos químicos para el control de plagas y enfermedades (Alarcón & Ferrara, 2000).

Alcanzar un nivel de producción agrícola adecuado para satisfacer la creciente demanda mundial de alimentos depende en buena medida, de la aplicación racional de fertilizantes a los cultivos (Lal, 2009; Fageria, 2009; FAO, 2004). El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar los rendimientos obtenidos en un cultivo de ají (*Capsicum frutescens*) bajo distintos tipos de fertilización orgánica, por lo cual se desarrolló un experimento bajo condiciones de campo en el Municipio de Dagua (Valle del Cauca) con el que se evaluó la aplicación de fertilizantes orgánicos y bio-fertilizantes. En general, los resultados indican que el tratamiento con fertilizantes orgánicos y micorrizas con dosis completa presentaron la mejor respuesta frente a los demás tratamientos. Se espera que este trabajo aporte conocimientos prácticos para mejorar la producción y rendimiento del cultivo del ají con relación a las prácticas de fertilización.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Ramírez & Vásquez (2007) señalan que a nivel mundial, el ají se ha convertido en la hortaliza de mayor crecimiento en los últimos años. Suplir la demanda de un producto agrícola promisorio para el Valle del Cauca como lo es el del ají tabasco (*C. frutescens*) satisfaciendo los estándares de calidad exigidos en un mercado globalizado es un reto complejo, sobre todo en una época donde lo orgánico, económico y lo ambientalmente sostenible marca la diferencia.

Si Colombia desea ser un país más competitivo en el mercado de las exportaciones agrícolas, debe realizar cambios profundos en la agricultura, tecnificando e implementando técnicas novedosas que permitan maximizar la producción de manera sostenible.

La presente investigación busca convertirse en un punto de referencia a usar por profesionales, extensionistas y agricultores para promover el manejo adecuado de la fertilización en el cultivo de ají (*C. frutescens*), concentrando esfuerzos para fortalecer la utilización de fertilizantes orgánicos y bio-fertilizantes para mejorar no sólo el rendimiento sino también las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Evaluar el rendimiento del cultivo de ají tabasco (*C. frutescens*) como respuesta a la aplicación de distintos métodos de fertilización orgánica bajo condiciones de campo en el municipio de Dagua (Valle del Cauca).

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Comparar el rendimiento (número de frutos por unidad de área) del cultivo de ají tabasco (*C. frutescens*) asociado a 4 tratamientos de fertilización.
- Evaluar 2 variables agronómicas (masa fresca, masa seca) del cultivo de ají tabasco (*C. frutescens*) asociado a 4 tratamientos de fertilización.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 Cultivo de Ají (*Capsicum spp.*)

### 4.2 Origen

El ají proviene de las tierras bajas de la cuenca Amazónica y de ahí se dispersó a Perú durante la época prehispánica. La distribución también se dirigió hacia la cuenca del Orinoco (ubicada actualmente en territorios de Colombia y Venezuela) hacia Guyana, Surinam, la Guyana Francesa y las Antillas del Caribe (Salaya, 2010).

El picante del ají es causado por un conjunto de compuestos conocido como capsaicinoides, del cual la capsaicina y la dihidrocapsaicina son las que se encuentran en mayor proporción. La placenta contiene el 62 % de la capsaicina total de la fruta, seguida de las semillas con un 37 % y el resto contenido en el pericarpio. Este compuesto ha sido determinante en el incremento en su demanda en el mercado nacional e internacional debido a su amplia utilización en la medicina, cosméticos, salsas (Soria *et al.*, 2002).

### 4.3 Aspectos generales del cultivo

El ají o pimiento es una planta perenne, pero se cultiva comercialmente como si fuera anual, ya que en esta última forma es mucho más rentable. Se caracteriza por poseer una raíz primaria corta pero muy ramificada. Las raíces secundarias pueden extenderse hasta 1.20 m de diámetro y la mayoría de las raíces se localizan entre 5 y 40 cm de profundidad (López, 2005).

Aunque se considera al ají como una planta herbácea, tiene la particularidad de que su parte inferior es leñosa. Puede tener forma cilíndrica o prismática angular, glabro, erecto y con altura variable según la variedad. (Mayormente de 0.30–1.2 m). La planta posee una ramificación pseudodicotómica, siempre con una más gruesa que otra (la zona de unión de las ramificaciones provoca que estas se rompan con facilidad). Este tipo de ramificación hace que el ají tenga forma umbelífera angular (Gonzales *et al.*, 2006).

Las hojas del ají son simples, alternas, con limbo oval – lanceolado de bordes lisos, color verde oscuro y peciolo comprimido. Están localizadas en los puntos donde se ramifica el tallo, encontrándose en número de 1 – 5 por cada ramificación. Generalmente en las variedades de fruto grande se forma una sola flor por ramificación y más de una en las de frutos pequeños (Alsina, 1972).

Las flores son hermafroditas, con 6 sépalos que forman un cáliz persistente, 6 pétalos y 6 estambres. Poseen ovario superior, que puede tener forma bi o trilobular y el estigma en la mayoría de los casos está a nivel de las anteras, lo que facilita la autopolinización. En la mayoría de las variedades de fruto pequeño el porcentaje de autofecundación es alto, superando generalmente a las de fruto grande (Orellana Benavides *et al.*, 2000).

El fruto consiste en una baya con 2–4 lóculos, los cuales forman cavidades inferiores con divisiones visibles en el caso de ajíes alargados, pero no en los redondeados. La constitución anatómica del fruto está representada básicamente por el pericarpio y la semilla (Tomas *et al.*, 2006)

El pericarpio posee un mesocarpio con un espesor de aproximadamente 1 mm, con textura algo seca en frutos dulces. El desarrollo del pericarpio es mejor cuando la mayor parte de los óvulos han sido fecundados, lo que contribuye a una mejor forma de los frutos. En casos de polinización insuficiente se obtienen frutos deformados. Existe una diversidad de formas y tamaños en los frutos, pero generalmente se



agrupan en redondeados y alargados, con peso variando desde escasos gramos hasta 100 gramos o más (los pesos menores corresponden mayormente a las variedades de frutos picantes y los de mayor peso a las de frutos dulces) (Gonzales *et al.*, 2006).

Al llegar la madurez botánica, la coloración del fruto es mayormente con frutos amarillos o anaranjados. Para fines de consumo se hacen recolecciones en madurez botánica o técnica, según los fines o usos posteriores (Gonzales *et al.*, 2006).

Las semillas son generalmente deprimidas, reniformes, lisas y de coloración amarillenta o blanco – amarillenta. Su peso absoluto (peso de 1000 semillas) depende de la variedad y varía desde 3.8 hasta 8 g. El porcentaje de germinación generalmente es alto (95–98%) y se puede mantener por 4–5 años siempre y cuando se mantengan bajo buenas condiciones de conservación (Maroto Borrego, 1995).

El ají (*Capsicum* spp.) es un producto hortícola importante en Colombia, especialmente en el Valle del Cauca debido a su elevada competitividad, aceptación internacional en países consumidores como Estados Unidos, México, la región asiática y árabe, importancia socioeconómica y propiedades nutricionales. Los productos procesados a base de ají para exportación consiguen buenos precios y un mercado seguro. Entre los principales problemas que restringen su producción, además de las plagas y enfermedades, está el inadecuado manejo del agua y nutrimentos. El abastecimiento oportuno y en las cantidades adecuadas del agua y los nutrimentos es crucial para obtener el rendimiento máximo del cultivo y el mayor beneficio económico (Catalán *et al.*, 2007).

Los rendimientos de los cultivos de ají que dependen del cultivar son en promedio de 9 T/ha y no existe un protocolo tecnológico para este cultivo, especialmente en lo referente a manejo de semilleros, manejo de suelos y aguas, fertilizaciones, prevención y control de plagas y enfermedades y manejo de cosechas. En la actualidad, a través de la transferencia de tecnología se pueden aumentar los rendimientos a 25 T/ha, con lo cual se espera generar cambios significativos en la productividad de las explotaciones de pequeños y medianos productores y cultivadores de ají (MADR, 2009).

El ají se ha convertido en la principal hortaliza de exportación en Colombia. En el Valle del Cauca, se sembraron en el año 2009, 163.4 hectáreas con una producción de 2.615 toneladas. Los principales municipios productores son: Roldanillo, Vijes, Calima Darién, Yotoco, Dagua y Palmira que aportan el 85% de la producción departamental (URPA-Gobernación del Valle del Cauca, 2008). En el Valle del Cauca se cultiva y procesa para exportación y agroindustria con énfasis en ajíes picantes, y comienza a generarse la producción de ajíes gourmet para consumo interno. Se siembra principalmente la variedad Tabasco, para su posterior procesamiento en pastas y salsas con destino en su mayoría para la exportación, principalmente a través de Hugo Restrepo y Cía. (Cifras de la Secretaría de Agricultura del Valle del Cauca, 2009).

#### **4.4 Uso de fertilizantes orgánicos en agricultura**

Una de las recomendaciones que se hace con mayor énfasis para conservar la fertilidad del suelo, es la aplicación de abonos orgánicos a fin de garantizar la presencia de microorganismos que ayuden en la fijación de nutrientes y posibiliten su absorción por las plantas (Scullion *et al.*, 1998).

La fertilización orgánica es una forma de asignarle una mayor fertilidad al suelo, la aplicación de residuos orgánicos se recomienda para mejorar la fertilidad y propiedades físicas del suelo (Pagliai *et al.*, 2004).

El mejoramiento de las propiedades físicas y químicas se logra a través de la promoción e incremento de la actividad microbiana beneficiando la agregación, aireación y capacidad de retención de agua (Doran *et al.*, 1998; Stamatiadis *et al.*, 1999).

Sin embargo, la base de los programas de fertilización debe estar formada por materiales biodegradables de origen microbiano, vegetal o animal, las principales fuentes de humus que aparecen en el Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica son: Abonos orgánicos (estiércol, residuos de cosechas, abonos verdes, compost, lombricompost, Algas marinas y derivados, guano de aves, subproductos orgánicos de la industria alimentaria y textil, siempre que no estén contaminados ni tengan aditivos químicos; aserrín, virutas y cortezas, si proceden de madera no tratada. Por otro lado, los abonos minerales que autoriza el Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica son los que se enumeran a continuación: rocas en polvo, enmiendas calcáreas, magnésicas y de azufre o yeso, algas calcáreas, fosfatos naturales, cenizas de madera, escorias Thomas, mineral magnésico, mineral potásico con bajo contenido en cloro y oligoelementos (Salisbury & Ross, 1994).

Las sustancias húmicas del suelo constan de una mezcla heterogénea de compuestos, en la que cada fracción (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas) está constituida por moléculas de tamaños diferentes, y su estructura depende considerablemente tanto de los materiales orgánicos presentes en el suelo, como de las diferentes condiciones ambientales (Rivero *et al.*, 2004). Las sustancias húmicas tienen efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas y formando el complejo de cambio, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso. Cuando se refiere al efecto sobre las propiedades químicas del suelo, los autores mencionan que aumenta la capacidad de cambio del suelo, la reserva de nutrientes para la vida vegetal y la capacidad tampón del suelo favorece la acción de los abonos minerales y facilita su absorción a través de la membrana celular de las raicillas. Y en cuanto a su efecto sobre las propiedades biológicas, favorece los procesos de mineralización, el desarrollo de la cubierta vegetal, sirve de alimento a una multitud de microorganismos y estimula el crecimiento de la planta en un sistema ecológico equilibrado. Estos efectos de la materia orgánica también han sido sugeridos por otros autores (Graetz, 1997).

Las prácticas de manejo (riego, fertilización y laboreo) favorecen la degradación de la materia orgánica del suelo, afectando la estructura y la reserva de nutrientes del suelo (Thomas *et al.*, 2006). Por tales motivos, los productores suelen aplicar enmiendas orgánicas con la finalidad de restaurar el contenido de materia orgánica (Tejada *et al.*, 2009; Bastida *et al.*, 2009).

Los ácidos húmicos de leonardita (AHL) son conocidas enmiendas utilizadas en los cultivos, los cuales son obtenidos comercialmente a partir de la roca leonardita. La leonardita es una roca formada por oxidación de lignitos fósiles, a partir de la misma y por procesos industriales que incluyen homogeneización y tratamientos con agua y soluciones alcalinas se obtienen los ácidos húmicos (AH) que se expenden comercialmente (Rivero *et al.*, 2004).

#### **4.5 Bio-fertilizantes**

El uso de microorganismos en la agricultura se ha estado practicando constantemente, además de que se ha intensificado la necesidad de conocer los mecanismos que son activados en la interacción bacteria-planta así como formular fertilizantes que puedan ser empleados en la producción agrícola que mejoren la condición del suelo, al volver biodisponibles nutrientes como nitrógeno y fósforo. En la actualidad se utilizan diferentes microorganismos con funciones específicas en la agricultura para mejorar la productividad de las plantas. Esta nueva actitud ha favorecido el desarrollo de tecnologías de producción menos contaminantes como lo son los bio-fertilizantes.

El término bio-fertilizante es ampliamente utilizado y hace referencia al inoculante biológico. Por lo general, se refiere a formulaciones de microorganismos vivos o latentes (bacterias u hongos, solos o combinados) y que son agregados a los cultivos agrícolas para estimular su crecimiento y productividad y que pueden ser un sustituto parcial o completo para la fertilización química (Aguado-Santacruz, 2012).

También son conocidos como bio-inoculantes, inoculantes microbianos o inoculantes del suelo, son productos agro biotecnológicos que contienen microorganismos. La razón de usar la palabra “fertilizante” es que en algunos países se facilita el registro para uso comercial (Bashan, 1998).

Los efectos deseados del inoculante en el crecimiento de plantas pueden incluir la fijación de nitrógeno, control biológico, mejora de la absorción de minerales, y los efectos nutricionales u hormonales de las plantas, mientras que productos orgánicos como estiércol, residuos de cosechas, compostaje y vermicomposta que también son agregados al suelo para favorecer su nutrición no son considerados como bio-fertilizantes sino como fertilizantes orgánicos (Aguado-Santacruz, 2012).

Los bio-fertilizantes constituyen una alternativa viable para reducir costos de producción y el impacto ambiental asociado a la fertilización química. Esta tecnología permite incrementar el valor agregado y rendimiento de los cultivos de 17 a 50%, mejorando la fertilidad del suelo y reduciendo las poblaciones de microorganismos nocivos para los cultivos. Dentro del contexto de agricultura sustentable, la inoculación de plantas con microorganismos que disminuye la incidencia de enfermedades y disminuye la dependencia de agroquímicos es una alternativa biotecnológica y particularmente atractiva para incrementar la productividad de los cultivos (Moreno-Gómez, 2012). Shahroona *et al.* (2006), muestran que en un cultivo de trigo (*Triticumaestivum* L.), se obtuvo un rendimiento superior del 75% en la densidad de la planta, con respecto al que se obtuvo al aplicar la cantidad recomendada de fertilizante con nitrógeno, fosforo y potasio.

#### **4.5.1 Bio-fertilizantes con micorrizas**

La investigación sobre las micorrizas, es mucho más intensa específicamente, debido a los beneficios que aporta en la nutrición de las plantas. Las micorrizas se dividen en ectomicorrizas y endomicorrizas de acuerdo a la interacción que tienen con la planta. Las endomicorrizas conforman el grupo de micorrizas más difundido en el planeta y está dividido en varios subtipos, de los cuales el más representativo e importante es el arbuscular. Las hifas de las micorrizas arbusculares se extienden ampliamente en el suelo y funcionan como una extensión de las raíces de la plantas incrementando la capacidad de absorción de agua y nutrientes del suelo como los son el fósforo y minerales (Abbott & Robson, 1984).

El bio-fertilizante ya formulado consiste básicamente en suelo impregnado con propágulos de una especie o eco tipo determinado de hongo (esporas, micelio, raíces con vesículas y arbusculos). Comunmente, la calidad de un bio-fertilizante micorrizico se determina por su contenido de esporas, las cuales también sirven para realizar estudios taxonómicos de los hongos; el hongo más utilizado para la formulación de bio-fertilizantes es *Trichoderma* sp. (Harman, 2006).

#### **4.5.2 Bio-fertilizantes compuestos**

Dentro de la formulación de bio-fertilizantes también se tienen consideradas mezclas de microorganismos pues se han evidenciado por experimentos de campo que existe un sinergismo en la promoción del crecimiento de las plantas al emplear dos o más microorganismos promotores del crecimiento. Sin embargo, la formulación de este tipo de bio-fertilizantes para que sean efectivos en campo requiere la realización de minuciosos estudios para conocer y entender los

requerimientos nutricionales y ambientales de cada uno de los microorganismos a emplear y los resultados de su interacción en términos fisiológicos y ecológicos para que sean compatibles y con actividad sinérgica en cuanto a sus efectos sobre las variables agronómicamente importantes de los cultivos, en campo o invernadero.

Desde hace varios años el empleo de bacterias y hongos solubilizadores de fósforo ha sido una práctica agrícola común. Así mismo se ha encontrado que la combinación de rizo-bacterias promotoras de crecimiento vegetal y micorrizas arbusculares puede ser útil para incrementar el crecimiento en trigo en suelos de baja fertilidad (Galal *et al.*, 2003).

#### **4.5.3 Bio-fertilizantes comerciales**

Los bio-fertilizantes más comercializados en la actualidad, son inocuos para el hombre y el ambiente, y la mayor respuesta agronómica se ha encontrado en suelos de baja fertilidad. Son más económicos y de fácil transportación, en comparación con los fertilizantes de origen químico sintético que utilizan los productores. Existen diversas presentaciones para su comercialización. Los más comunes son los que se aplican a los cultivos y van impregnados en turba (materia orgánica de líquenes), pero también pueden distribuirse en suelo molido, medios de agar, caldos nutritivos, liofilizados, o en medios de aceite.

#### **4.5.4 Características físicas de los bio-fertilizantes**

Un componente importante de la formulación de los biofertilizantes es el llamado vehículo de suministro de los microorganismos el cual puede ser una suspensión o polvo y debe de tener la capacidad de mantener la cantidad adecuada de células viables en buen estado fisiológico en el momento de su aplicación (Trevors *et al.*, 1992). Los inoculantes comerciales se pueden encontrar en cuatro formas básicas.

Polvos: esta forma se utiliza como un recubrimiento de semillas, antes de ser sembradas. Cuanto más pequeño es el tamaño de partículas, mejor es el bio-fertilizante pues este se adherirá con mayor facilidad a las semillas. Los tamaños estándar varían desde 0.075-0.25mm y la cantidad de inoculante utilizado es de 200 a 300 g/ha. Estos biofertilizantes son los más comunes, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo (Tang & Yang, 1997).

Lodos: se basan en la mezcla de inoculantes en polvo con una suspensión en un líquido (normalmente agua). La suspensión se aplica directamente sobre el surco o de forma alternativa las semillas se sumergen en la suspensión justo antes de la siembra.

Granulados: estos bio-fertilizantes se aplican directamente al surco con las semillas. El tamaño de la partícula varía de 0.35-1.18mm, donde se llega a utilizar una proporción de 5 a 30 kg/ha.

Líquidos: estos bio-fertilizantes son formulaciones líquidas, principalmente en agua, pero también corresponden a aceites minerales u orgánicos. Las semillas se sumergen ya sea en el inoculante antes de la siembra o con un aspersor y se aplica de manera uniforme sobre las semillas, después del secado las semillas se siembran (Smith, 1995). Esta presentación de bio-fertilizante puede funcionar como agente de control biológico sobre enfermedades de la hoja, el bio-fertilizante se puede diluir en agua y se asperja para una mejor cobertura de las hojas (Daayf, *et al.*, 1995). Posteriormente la suspensión se puede volver a asperjar directamente en el surco o sobre las semillas antes de la siembra.

#### **4.6 Fertilización orgánica**

En el país, se aplican 499,4 kg de fertilizantes de síntesis química por cada hectárea cultivada, mientras que el promedio en América Latina es de 106,9 kg. El resultado

de este exceso es mayor erosión de los suelos y menor productividad (Sánchez & Patiño, 2014).

Macías *et al.* (2009) evaluaron el efecto de la combinación de diferentes abonos sintéticos y naturales y observaron que la mayor producción y calidad se obtuvo con el tratamiento gallinaza + 80 de nitrógeno, el cual presentó un rendimiento superiores frente a los tratamiento a base de fertilizante química.

Bolaños & Rodríguez (2009) determinaron la influencia de la fertilización integrada (química, orgánica y bio-fertilización) por fertirriego, en el desarrollo de plántulas de ají, en etapa de semillero, trabajaron con seis tratamientos de fertilización encontrando que las plántulas que recibieron los tratamientos con fertilización orgánica presentaron mayor número de hojas y peso fresco aéreo, lo cual fue evidente al aplicar el test de Duncan.

Castillo & Chiluisa (2011) determinaron los efectos de los fertilizantes orgánicos, estiércol de bovino, gallinaza y humus en dosis de 300g/m<sup>2</sup> y 400g/m<sup>2</sup>; un testigo químico nitrógeno, fosforo, potasio (10-30-10) en dosis de 60g/m<sup>2</sup> y testigo (sin fertilización). Los resultados permitieron evidenciar que en la mayoría de variables bajo estudio no se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Hasta los 70 días se observó la preeminencia del testigo químico nitrógeno, fosforo, potasio (10-30-10), en la altura de las plantas y únicamente en la cosecha (110 días) se observó que el tratamiento de 4T/h de gallinaza, alcanzó una mayor altitud ( 83,5 cm), mientras que el testigo absoluto registró la menor altura (72,2 cm.) En lo referente al rendimiento del fruto por hectárea, el testigo químico presentó el más alto rendimiento (11 568,519 kg) y el rendimiento más bajo se obtuvo con el tratamiento de 3 T/h de estiércol de bovino, con 5 690 kg.

Los fertilizantes orgánicos no sólo se enfocan en la producción y rendimiento de los cultivos, sino que también son elementos importantes en la estabilidad de los agro-ecosistemas y del ambiente, ya que su aplicación influye directamente en la disminución de la aplicación de fertilizantes de síntesis química que participan como agentes de contaminación.

## **5. METODOLOGIA**

### **5.1 Localización del predio**

El experimento se realizó en campo en la finca “El Jacar” ubicada a 30 kilómetros del municipio de Cali, en el corregimiento de El Carmen correspondiente al municipio de Dagua del departamento del Valle del Cauca, con coordenadas geográficas 3°33'22.34" norte 76°39'24.83" oeste la cual se encuentra a una altura media de 1331 m.s.n.m.

El predio se encuentra en la zona ecológica denominada Choco biogeográfico y presenta características bioclimáticas propias del bosque subandino. En la zona la temperatura promedio es de 20 °C y varía entre los 16°C y 23°C. La precipitación en la zona de influencia tiene un régimen bimodal, se presenta dos periodos lluviosos intercalados con periodos de tendencia seca. El primer periodo lluvioso se presenta entre abril-mayo y el segundo entre septiembre-noviembre, siendo julio el mes de menor precipitación. En la zona se presenta una precipitación promedio de 1400 mm/año que varía entre 1000 y 1800 mm/año. Tomado del plan básico de ordenamiento territorial (PBOT) del municipio de Dagua (2001-2010).



Figura 1. Ubicación del predio. (Fuente <http://es.weather-forecast.com/locations/Dagua>)

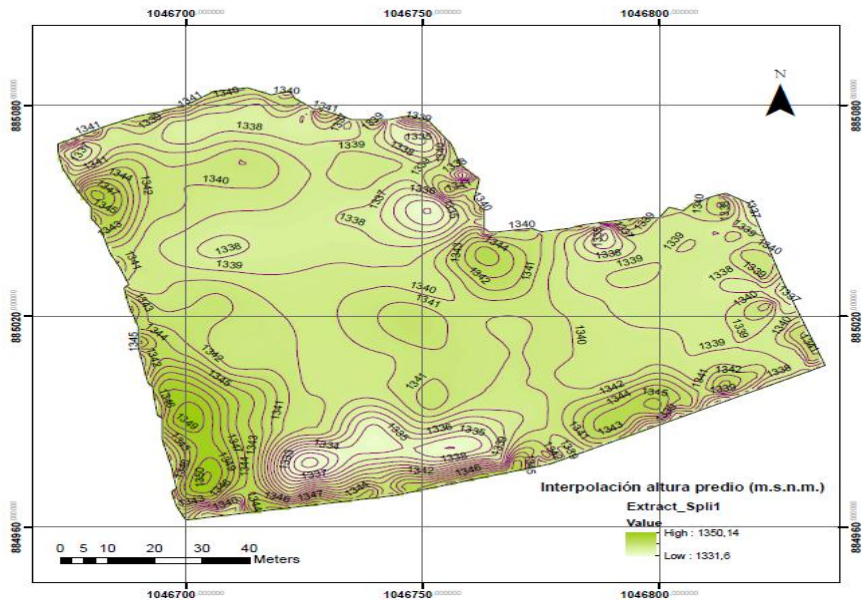


Figura 2. Geo-referenciación lote

5.2 Análisis de suelo

En la tabla 1 se presentan las propiedades químicas del suelo donde se realizó el ensayo de campo.

Tabla 1. Resultado análisis de suelo		
Elemento	Unidad	Resultado
P	ppm	24,29
K	meq /100 g de suelo	0,389
Ca	meq /100 g de suelo	9,88
Mg	meq /100 g de suelo	3,21
Na	meq /100 g de suelo	0,180
S	ppm	98,59
B	ppm	9,291
Fe	ppm	61,2
Cu	ppm	3,08
Zn	ppm	3,84
Mn	ppm	77,0
M.O	%	6.14
pH	adimensional	6,31

Análisis de suelo completo anexo 1.

5.3 Fase de invernadero

Se utilizaron semillas de ají *C. frutescens* variedad tabasco, las cuales se dejaron en remojo en agua destilada por un periodo de 12 horas, posterior a este proceso se establecieron las semillas en bandejas de 128 alvéolos una semilla por alveolo, con turba como sustrato haciendo una aplicación de una mezcla de fertilizantes que se relacionan en la tabla 2 disuelta en un litro de agua y su dosis de aplicación fue de medio litro de agua por bandeja para todas las unidades experimentales (figura 3).

Estas bandejas después de la siembra se llevaron al cuarto oscuro durante 10 días y se taparon con papel periódico para estimular se germinación, luego se llevaron al invernadero para seguir su desarrollo haciendo aplicaciones periódicas de la mezcla de fertilizantes (tabla 2), todas las plantas fueron trasplantadas a los 45 dds.



Figura 3. Bandejas de germinación con 128 alveolos

Tabla 2. Fertilizantes utilizados en la germinación

Fertilizante	Dosis/L
Calcio boro	1 cm <sup>3</sup> /L
Elementos menores	1 cm <sup>3</sup> /L
Solucat	1 g/L
Sulfato de magnesio	1 g/L
Sulfato de potasio	1 g/L

5.4 Fase de campo

Los requerimientos nutricionales del cultivo de ají se determinaron de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo (tabla 3).

Tabla 3. Requerimientos nutricionales del ají (fuente Ayala, 2000)

Etapas	Relación			Unidades de		
	N	P	K	nutrientes/ha		
Trasplante + 20 días	2	1	1	31,25	16,66	16,66
Desarrollo + 30 días (55)	3	1	2	46,86	16,66	33,32
Fructificación 55+30 días (85)	2	3	2	31,24	49,98	33,32
Producción 85+62 días (147)	1	1	4	15,62	16,66	66,66
Total	8	6	9	125	100	150



- Fase vegetativa; N (10 %) – P (100 %) – K+ (10 %)
- Fase reproductiva; N (40 %) – K+ (40 %).
- Fase cuajado y maduración; N (50 %) – K+ (50 %).

#### 5.4.1 Fertilización orgánica y bio-fertilización.

Se realizó la preparación del terreno con maquinaria agrícola (arado, rastrillo, drenaje por canal), se implementó un sistema de riego por goteo para todas las parcelas.



**Figura 4.** Terreno donde se realizó el experimento



**Figura 5.** Riego por goteo en el área experimental

Los fertilizantes orgánicos empleados para los tratamientos fueron:

FERTIBIOL (F) Fabricante: Green Seal Company Ltda.

FOS-K (FK) Fabricante: Green Seal Company Ltda.

HUMITA.15 (H) Fabricante: Humita húmicos y biológicos Ltda.

MICORRIZAS M.A (M) Fabricante: Agrobiológicos Safer.

Ver fichas técnicas anexo 2.

#### 5.5 Diseño experimental fase de campo.

Las plántulas fueron trasplantadas 45 dds a campo y sembradas en surcos con una distancia de 1.00 m entre ellos y 0.4 m entre plantas (figura 6). Se empleó un diseño experimental con 3 tratamientos (T), 5 repeticiones por tratamiento (R) y 2 niveles (N) (nivel 1: 100 % dosis recomendada, nivel 2: 50% dosis recomendada) más un tratamiento testigo con 5 repeticiones, obteniendo un total de 35 unidades experimentales. Se utilizaron 7 surcos con 5 plantas cada uno, se asignaron los tratamientos en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales mediante tarjetas en una urna y se procedió a extraer una tarjeta asignando el tratamiento a cada una de las plantas de ají, se repitió el procedimiento sin reemplazo hasta terminar la asignación (tabla 4).



**Tabla 4.** Distribución de los tratamientos.

Unidad exp.	Tratamiento	Método de fertilización	% dosis
1	N1T1R1	F+FK+H+M	100
2	N1T1R2	F+FK+H+M	100
3	N1T1R3	F+FK+H+M	100
4	N1T1R4	F+FK+H+M	100
5	N1T1R5	F+FK+H+M	100
6	N2T1R1	F+FK+H+M	50
7	N2T1R2	F+FK+H+M	50
8	N2T1R3	F+FK+H+M	50
9	N2T1R4	F+FK+H+M	50
10	N2T1R5	F+FK+H+M	50
11	N1T2R1	F+FK+H	100
12	N1T2R2	F+FK+H	100
13	N1T2R3	F+FK+H	100
14	N1T2R4	F+FK+H	100
15	N1T2R5	F+FK+H	100
16	N2T2R1	F+FK+H	50
17	N2T2R2	F+FK+H	50
18	N2T2R3	F+FK+H	50
19	N2T2R4	F+FK+H	50
20	N2T2R5	F+FK+H	50
21	N1T3R1	M	100
22	N1T3R2	M	100
23	N1T3R3	M	100
24	N1T3R4	M	100
25	N1T3R5	M	100
26	N2T3R1	M	50
27	N2T3R2	M	50
28	N2T3R3	M	50
29	N2T3R4	M	50
30	N2T3R5	M	50
31	T4R1	0	0
32	T4R2	0	0
33	T4R3	0	0
34	T4R4	0	0
35	T4R5	0	0



**Figura 6.** Plantas en campo.

El área mínima necesaria para el ensayo en campo fue de 14 m<sup>2</sup>, teniendo en cuenta una distancia entre plantas de 0,4 m y entre surcos de 1 m, para una densidad de siembra por hectárea de 25.000 plantas. La distribución en campo se puede apreciar en la figura 7, donde cada color corresponde a un tratamiento y el blanco es el testigo.

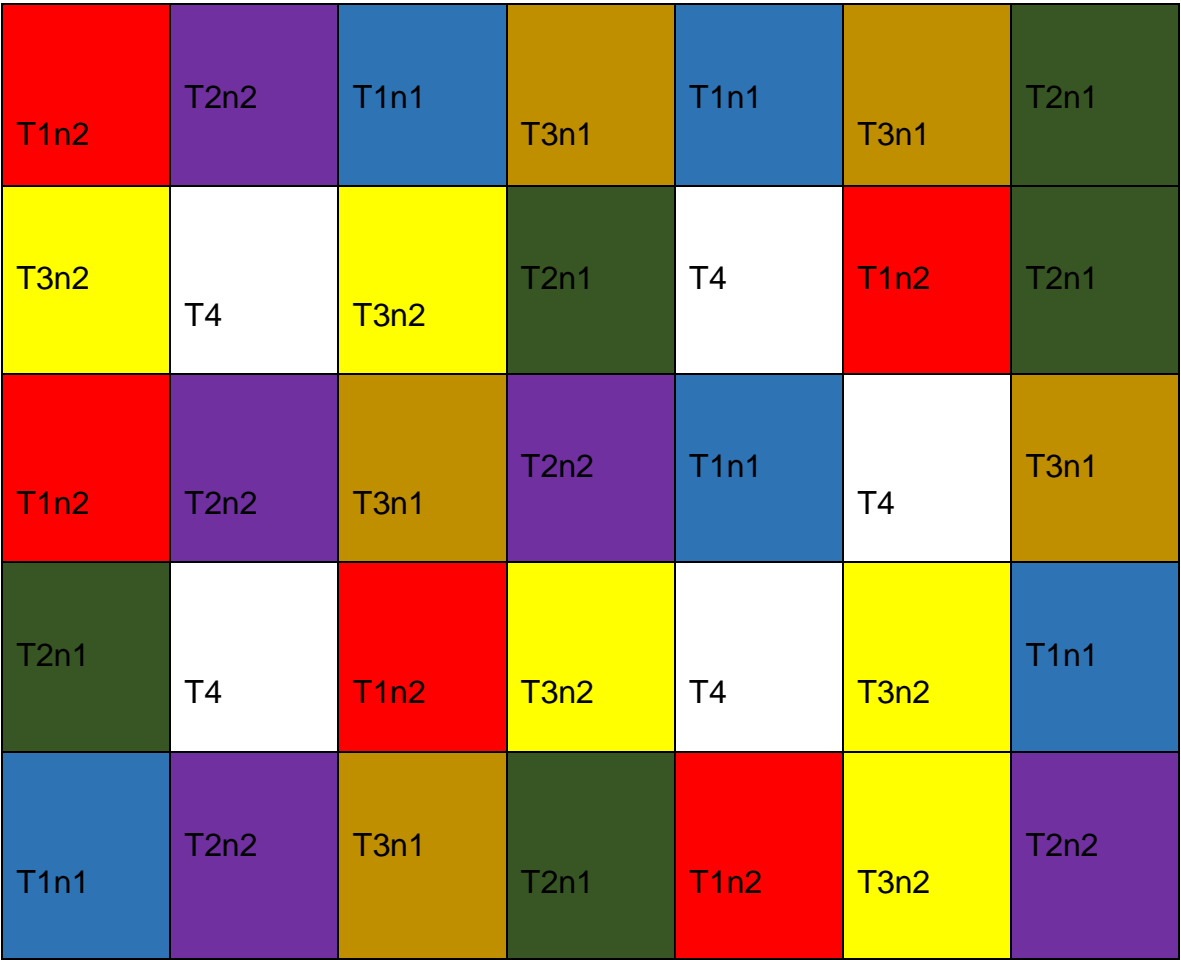


Figura 7. Distribución en campo de los tratamientos.

5.5.1 Descripción de los tratamientos

Se realizó la aplicación de los fertilizantes orgánicos y bio-fertilizantes a diferentes dosis (Tabla 5).

La época de aplicación de los fertilizantes orgánicos (Tabla 6) se efectuó a los 10, 25, 45, 70, 85, 90 y 100 días después del trasplante ya que la frecuencia de aplicación escalonada facilita la absorción de los fertilizantes.

La fertilización foliar se realizó cada 12 días después del trasplante con fertilizante foliar nutrizime y durante toda la floración a todas las unidades experimentales, con las mismas condiciones (dosis, época y método de aplicación).

Tabla 5. Descripción de los tratamientos

Tratamiento No.	Descripción
T1N1	Fertilización con abonos orgánicos (F+FK+H) + micorrizas (M) dosis completa (N1)
T1N2	Fertilización con abonos orgánicos (F+FK+H) + micorrizas (M) 50% de dosis completa (N2)
T2N1	Fertilización con abonos orgánicos (F+FK+H) dosis completa (N1)
T2N2	Fertilización con abonos orgánicos (F+FK+H) 50% de dosis completa (N2)
T3N1	Fertilización con micorrizas (M) dosis completa (N1)
T3N2	Fertilización con micorrizas (M) 50% de dosis completa (N2)
T4	Testigo

**Tabla 6.** Plan de fertilización de síntesis completa por ciclo

Fertilizantes	Dosis
Fertibiol	2 L
Fos-k	1 L
Humita-15	2 L
Micorriza	5 g

**5.5.2 Variables de respuesta**

Las variables evaluadas para los diferentes tratamientos fueron: masa de fruto fresco (MF), masa de fruto seco (MS), número de frutos por planta (NFP).

Se realizó recolección de frutos cuando estos presentaron entre 80% y 90% de madurez (figura 8), para cada repetición se contó el número de frutos por planta (NFP) luego se rotularon en bolsas de plástico y se pesaron las muestras de los frutos frescos.



**Figura 8.** Frutos maduros de ají tabasco

Para determinar la masa de fruto seco (MS), se utilizaron bandejas de aluminio con los frutos frescos, se dejaron secar durante 3 días a una temperatura de 120 °C en el horno Quincy Lab. Inc. modelo 40GC (figura 9).



**Figura 9.** Secado de frutos en horno

Para determinar el peso de la masa de fruto fresco (MF) y su rendimiento por tratamiento, como también la masa seca se empleó una balanza analítica OHAUS Traveler.



**Figura 10.** Frutos secos de ají tabasco

Se realizó un análisis de varianza a los datos obtenidos con un nivel de confianza del 95 % y una vez verificada, se siguió con la comparación entre medias con el test de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) con el paquete estadístico Minitab versión 16.

## **6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **6.1 FASE DE CAMPO**

#### **6.1.1 Variables de respuesta**

#### **6.1.2 Número de frutos de ají**

Según las mediciones realizadas se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, siendo el tratamiento T1N1 con abonos orgánicos y micorrizas de dosis completa al 100% el que presentó los mejores resultados en el periodo de evaluación para todas las variables de respuesta. El tratamiento T1N2 con abonos orgánicos y micorrizas con una dosis al 50% fue el que alcanzó el segundo lugar.

Los rendimientos más bajos se presentaron en los tratamientos T3N1 donde se aplicó micorrizas de dosis completa al 100% y el tratamiento T3N2 con micorrizas con la mitad de la dosis al 50%. El bajo rendimiento obtenido por los tratamientos se debe posiblemente a su bajo contenido de nutrientes aunado a la baja cantidad utilizada de los mismo por parte de la planta (Romero, 1997).

Estas diferencias se atribuyen a los abonos orgánicos los cuales en particular, sirven para aumentar los contenidos de materia orgánica y restituir los minerales extraídos del suelo (Paneque y Calaño, 2004). La materia orgánica, como principal factor responsable de la fertilidad y productividad, influye sobre la mayoría de los procesos biológicos, químicos y físicos que rigen el sistema suelo-planta (Tejada et al., 2006), por otro lado, Burbano (1989) indica que la micorriza es un conjunto que constituye un sistema interconectado, especializado y eficaz para captar nutrientes minerales de la solución edáfica y transportarlos hacia la planta; se acepta que las micorrizas arbusculares desempeñan un papel importante en el ciclado de nutrientes en el sistema suelo – planta, incidiendo sobre todo en aquellos de lenta difusión como es el fósforo. Según Sánchez (2007) en la micorrizosfera ocurre alta actividad microbiana, lo que favorece el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos.

El análisis de varianza muestra diferencias estadísticamente significativas entre las variables de respuesta de número de frutos, masa fresca y masa seca para el tratamiento T1N1 con abonos orgánicos y micorrizas de dosis completa al 100% (ver anexo 3).

El número de frutos recolectados para cada uno de los tratamientos evaluados, presentaron un crecimiento significativo a lo largo de la etapa experimental, no obstante, el tratamiento T1N1 con abonos orgánicos y micorrizas de dosis completa al 100% fue el que presentó los valores más altos en el número de frutos (figura 11).

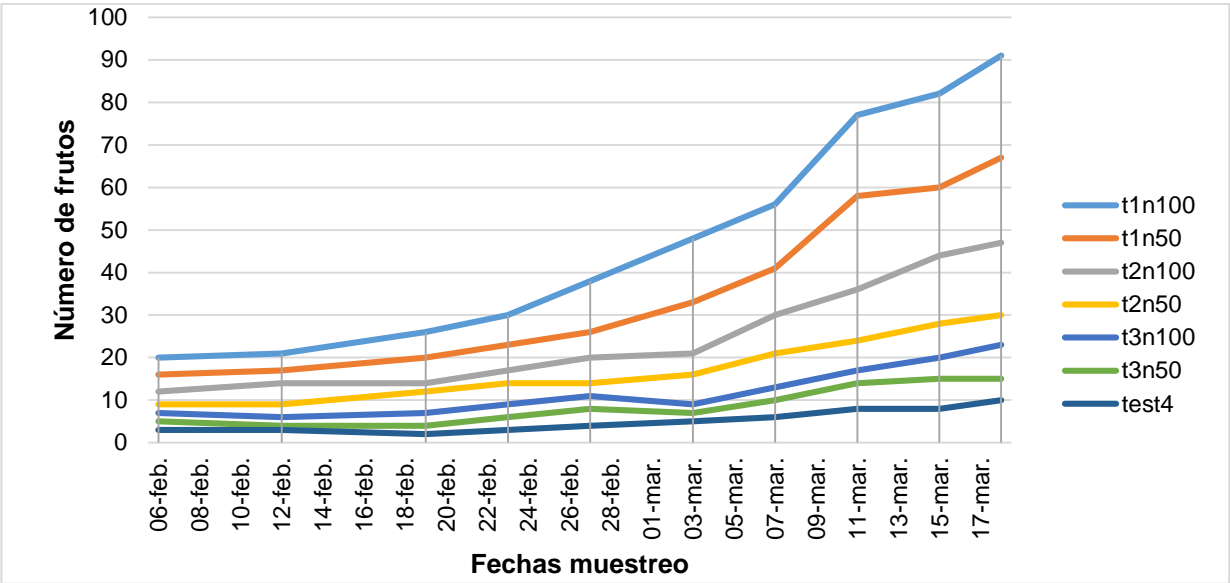


Figura 11. Resultados número de frutos para plántulas de ají

Zheljazkov et al. (2006) señalan la presencia y disponibilidad en los abonos orgánicos de la mayoría de los nutrientes que las plantas necesitan para su desarrollo y que los abonos orgánicos liberan nutrimentos durante su mineralización que posibilita el buen desarrollo del fruto (Burgos et al., 2006). Bagyaraj y Sreeramulu (1982) informó que el ají inoculado con hongos micorrícicos tenía más flores y un mayor rendimiento de frutos verdes en comparación con el ají sin inocular. Koide (2000) documentó que el tiempo necesario para iniciar la floración disminuyó cuando las plantas cultivadas en suelos con deficiencia de fósforo (P) se inocularon con hongos micorrícicos. Esto dio como resultado un mayor número de flores producidas por planta.

El tratamiento T1N1 con fertilizantes orgánicos más micorriza de dosis completa al 100% presentó los mejores resultados, hecho que fue verificado con la prueba de Tukey para un nivel de significancia del 5% ( $P < 0.05$ ) (ver anexo 3).

6.1.3 Masa fresca del fruto

El análisis de varianza muestra una diferencia significativa entre la masa fresca de los frutos de ají para el tratamiento T1N1 con abonos orgánicos y micorrizas de dosis completa al 100%. La prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% ( $P < 0.05$ ) muestra que el tratamiento T1N1 con fertilizantes orgánicos más micorriza de dosis completa al 100% presenta los mejores resultados (figura 12) (ver anexo 4).

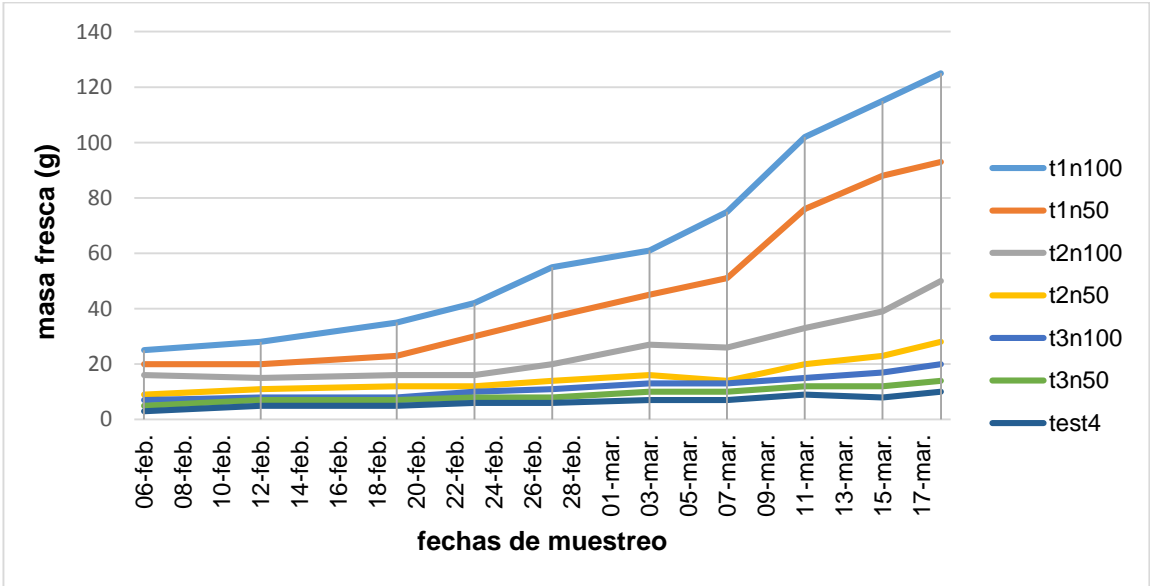


Figura 12. Masa fresca (g) de frutos de ají

El tratamiento T1N1 con fertilizantes orgánicos y micorrizas de dosis completa al 100% obtuvo mayores valores en masa fresca en gramos. El efecto de las micorrizas en el cultivo del ají ha obtenido registros positivos sobre el crecimiento, el desarrollo, el rendimiento y algunos parámetros de calidad de la fruta, como el tamaño, el color y contenido de pigmentos (Aguilera-Gómez y col., 1999; Mena-Violante et al, 2006). En las asociaciones de micorrizas, se ha demostrado los beneficios para la planta huésped mediante el aumento de la absorción de nutrientes, particularmente fósforo (P), así como de nitrógeno (N), potasio (K), y micronutrientes (Perner et al. 2007).Según Adams (1994) existe una relación positiva entre K y el peso promedio del fruto de ají.

#### 6.1.4 Masa seca del fruto

El análisis de varianza muestra una diferencia significativa entre la masa seca de los frutos de ají para el tratamiento T1N1 con abonos orgánicos y micorrizas de dosis completa al 100% (ver anexo 5).

En la figura 13 se muestra que el tratamiento T1N1 con fertilizantes orgánicos y micorrizas de dosis completa fue el que tuvo mayores valores en masa seca de frutos de ají.

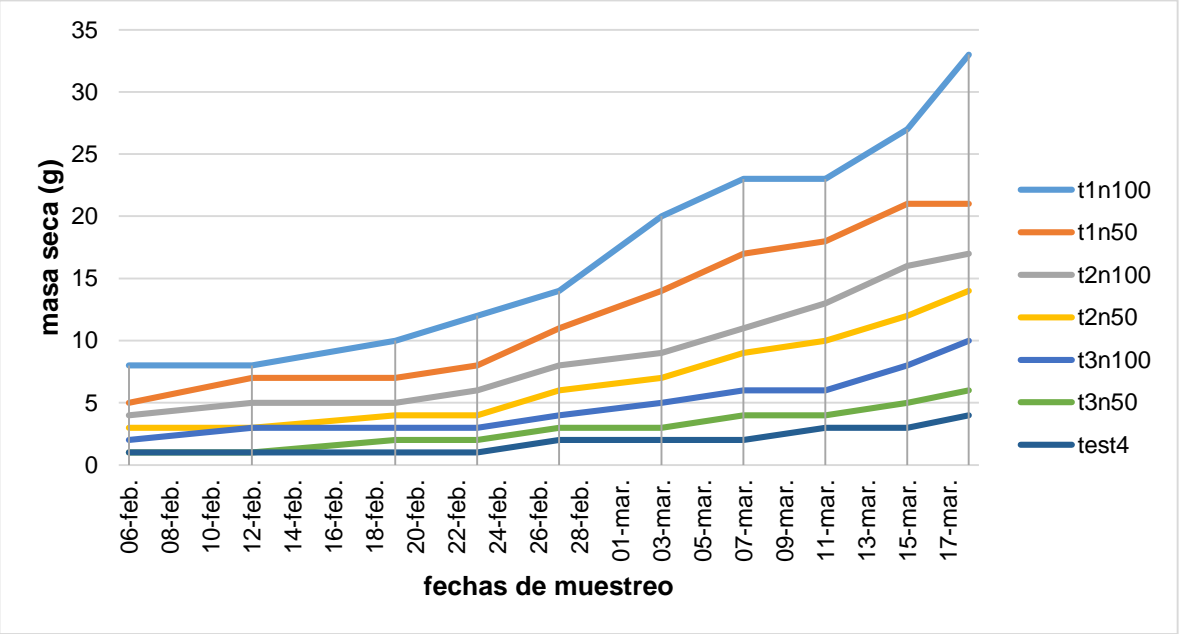


Figura 13. Masa seca (g) de frutos de ají

De la figura 13 observamos que el tratamiento T1N1 con fertilizantes orgánicos más micorriza de dosis completa presenta los mejores resultados, hecho que fue verificado con los resultados de la prueba de Tukey con un nivel de significancia al 5% ( $P < 0.05$ ) (ver anexo 5).

## 7. CONCLUSIONES

- El tratamiento T1N1 con abonos orgánicos y micorrizas de dosis completa al 100% fue el que obtuvo los mejores rendimientos, el que presentó los mejores resultados en el periodo de evaluación para todas las variables de respuesta, a saber, número de frutos, masa fresca y masa seca de frutos.
- Los resultados de esta investigación mostraron que la utilización de bio-fertilizantes y micorrizas es una forma eficaz y sostenible para la producción en campo.
- La respuesta en rendimiento (número de frutos) del *C. frutescens* a las aplicaciones de los fertilizantes orgánicos y micorrizas variaron según la dosis aplicada.

## 8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar e implementar los sistemas de información geográfica (SIG) como una herramienta para integrar y organizar los datos del experimento en nuevas zonas del Valle del Cauca para validar resultados (número de frutos, masa fresca de frutos, masa seca de frutos).
- Se recomienda variar los niveles de las dosis de los fertilizantes (25%, 75%) para comparar otros resultados obtenidos en campo.
- Se recomienda realizar el experimento en diferentes zonas agroecológicas del Valle del Cauca para contrastar y ampliar los resultados.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, L & Robson, A. (1984). The effect of VA mycorrhizae on plant growth. In: VA Mycorrhizae. Powell C. and Bagyaraj, D. Ed. CRC Press, FL.
- Adams, L. A. (1994). Dinámica del potasio en suelos agrícolas. *Agrociencia* 36: 11 – 21.
- Aguado-Santacruz, G.A. (2012). Introducción al uso y manejo de los biofertilizantes en la agricultura. INIFAP, SAGARPA. México. Pp 35-78.
- Aguado-Santacruz, G., Rascón-Cruz, Q., & Luna –Balsarela, A. (2012). Impacto económico y ambiental del empleo de fertilizantes químicos. In: Aguado-Santacruz, G.A. (ed.). Introducción al uso y manejo de los biofertilizantes en la agricultura. INIFAP, SAGARPA. México. pp 1-22.
- Aguilera-Gómez, L., Davies Jr., F. T., Olalde-Portugal, V., Duray, S. A. and Phavaphutanon, L. (1999) Influence of phosphorus and endomycorrhiza (*Glomus intraradices*) on gas exchange and plants growth of chile ancho pepper (*Capsicum annuum* L. cv. San Luis); *Photosynthetica*; 36:441–449.
- Alarcón & Ferrara. (2000). Biofertilizantes: importancia y aplicación en la agricultura. Obtenido de [www.redalyc.org/articulo.oa?id=60826207](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60826207) (consultado 25 agosto 2014).
- Alsina, G. (1972). *Horticultura Especial* 2 ed. Las Fontes de Tarrasa. Barcelona, España (3): 168-172.
- Ayala, S. J. R. (2000). Respuesta del chile (*Capsicum chinense*) a la aplicación de diferentes niveles de NPK+ en fertirrigación. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación y Graduados Agropecuarios del Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2 de Conkal, Yucatán, México. Pág. 125.
- Bagyaraj D.J, Sreeramulu KR (1982). Preinoculation with VA mycorrhiza improves growth and yield of chilli transplanted in the field and saves phosphatic fertilizer. *Plant Soil* 69:375–381
- Bashan, Y. (1998). Inoculants of plant growth-promoting bacteria for use in agriculture. *Biotechnology Advances*. 16: 720-770
- Bastida, f.; Pérez-de-Mora, A.; Babic, K.; Hai, B.; Hernández, T.; García, C.; Schloter, M. (2009). Role of amendments on N cycling in Mediterranean abandoned semiarid soils. *Applied of Soil Ecology* 41, 195-205.
- Bolaños, M.M & Rodríguez, E.A. (2009). Fertilización integrada: química, orgánica y biofertilización en el desarrollo de plántulas de ají (Cayenne y Jalapeño). CORPOICA, Palmira, Colombia.
- Burbano O., H. (1989). El suelo: una visión sobre sus componentes bio-orgánicos. Universidad de Nariño, Pasto. Colombia. 447 p.
- Burgos, P.; E. Madejón and F. Cabrera. (2006). Nitrogen mineralization and nitrate leaching of a sandy soil amended with different organic wastes. *Waste Manage Res.* 23: 1-8.

Castillo, M.M & Chiluisa, M.E. (2011). Evaluación de tres abonos orgánicos (estiércol de bovino, gallinaza y humus) con dos dosis de aplicación en la producción de pimiento (*Capsicum annum* L.) en el recinto San Pablo de Maldonado, cantón la Mana, provincia de Cotopaxi. Año 2011. Universidad técnica de Cotopaxi, Cotopaxi, Ecuador.

Catalan, E., Villa, M. M., Inzunza, M. A., Sánchez, I., Mendoza, S. & López, A. R. (2007). Fertilización y riego del cultivo de chile en la región lagunera. Folleto Técnico No. 9. Mexico

Daayf, F., Schmitt, A. & Baurger R.R. (1995). The effects of plant extracts of *Reynoutria sachalinensis* on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. American Phytopathological Society. 79:577-580.

Doran, J. W.; Elliott, E. T.; Paustian, K. (1998). Soil microbial activity, nitrogen cycling, and long-term changes in organic carbon pools as related to fallow tillage management. *Soil & Tillage Research*, 49, 3-18.

Fageria, N. K. 2009. The use of nutrients in crop plants. CRC Press. 448 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2004. Use of phosphate rocks for sustainable agriculture. Fert. Plant Nutr. Bull. 13.

Galal, Y.G.M., El-Ghandour, I.A., Osman, M.E. & Raouf, A.M.N. (2003). The effect of inoculation by mycorrhizae and rhizobium on the growth and yield of wheat in relation to nitrogen and phosphorus fertilization as assessed by <sup>15</sup>N techniques. *Symbiosis*.34:171-183.

González E. T; Gutiérrez, P. L y Contreras, M. F. (2006). El chile habanero de Yucatán. Ciencia y Desarrollo. CONACYT

Graetz, H. A., (1997). Suelos y Fertilización. Traducido por: F. Luna Orozco. Trillas. México. 80 p.

Harman, G. E. (2006). Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma spp.* *Phytopathology*.96.190-194.

Koide, R.T. (2000) Mycorrhizal symbiosis and plant reproduction. In: Kapulnik Y, Douds DD Jr (eds) Arbuscular mycorrhizas: physiology and function. Kluwer, Dordrecht, pp 19–46

Lal, R. 2009. En: Climate change, intercropping, pest control and beneficial microorganisms. Springer- Verlag. 9 - 11.

López, E. (2005). Desarrollo de un nuevo condimento con ají (*Capsicum frutescens* L.) y chocho (*Lupinus mutabilis sweet.*). Universidad Tecnológica Equinoccial. Ecuador, Quito. 10 p.

Macias, R., Grijalva, R., & Robles, F. (2009). Respuesta de la aplicación de estiércol y fertilizantes sobre el rendimiento y calidad del chile jalapeño. INIFAP, Sonora, México.

MADR-Ministerio de agricultura y desarrollo rural de Colombia. (2009). Apuesta Exportadora Agropecuaria.

Maroto-Borrego, J. V. (1995). "Horticultura herbácea especial". Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 400; 402- 407.

Mena-Violante, H. G., Ocampo-Jiménez, O., Dendoven, L., Martínez-Soto, S., González-Castañeda, J., Davies Jr., F. T. and Olalde-Portugal, V. (2006). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance fruit growth and quality of chile ancho (*Capsicum annuum* L. CV San Luis) plants exposed to drought; *Mycorrhiza*; 16:261–267.

Moreno-Gómez, B. (2012). La rizosfera y las relaciones entre las plantas y los microorganismos. In: Aguado-Santacruz, G.A. (ed). Introducción al uso y manejo de los bio-fertilizantes en la agricultura. INIFAP, SAGARPA, México. 23-33.

Orellana Benavides F. et al. (2000). El cultivo de chile dulce. Guía técnica. Centro Nacional de tecnología agropecuaria y forestal. San Salvador. El Salvador. 9 – 19

Pagliai, M.; Vignozzi, N.; Pellegrini, S. (2004). Soil structure and the effect of management practices. *Soil Till. Res*, 79, 131-143.

Perner H, Schwarz D, Bruns C, Mader P, George E (2007) Effect of arbuscular mycorrhizal colonization and two levels of compost supply on nutrient uptake and flowering of pelargonium plants. *Mycorrhiza* 17:469–474

Paneque, V. M y J. M. Calaña. (2004). Abonos orgánicos: Conceptos prácticos para su Evaluación y aplicación (folleto). La Habana, INCA. 54 p.

Plan básico de ordenamiento territorial, PBOT, municipio de Dagua, Valle del Cauca, 2001-2010.

Ramírez, M.M., & Vásquez, G.E. (2007).Potencial de producción del chile habanero (*Capsicum chinense* Jack), en el sur de Tamaulipas. INIFAP, México.

Rivero, C., Senesi, N., D'orazio V. (2004). Los ácidos húmicos de leonardita sobre características espectroscópicas de la materia orgánica de un suelo de la cuenca del lago de Valencia Venezuela *Agronomía Trop*. 54(2): 133-144.

Romero, L.M.R.L. (1997). Abonos orgánicos y químicos en producción, sanidad y absorción nutrimental de papa y efecto en el suelo. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, México.

Sánchez de P. M. (2007). Las micorrizas: estrategia compartida para colonizar el suelo En: Endomicorrizas: expresión bio-edáfica de importancia en el trópico 115 – 175 p.

Sánchez & Patiño. (2014).Efecto de la aplicación de roca fosfórica y la inoculación con bacterias solubilizadoras de fosfatos sobre el crecimiento del ají (*Capsicum annuum*).Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169930904005> (consultado 1 septiembre 2014)

Salaya, D.J. (2010).Elaboración artesanal de dos abonos líquidos fermentados y su efectividad en la producción de plántula de chile habanero (*Capsicum chinense*).Tabasco, México.

Salisbury, F.; Ross, C. (1994). Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana. México. 386 p.

Scullion, J.; Eason, W. R.; Scott, E. P. (1998). The effectivity of arbuscular mycorrhizal fungi from high input conventional and organic grassland and grass-arable rotations. *Plant Soil* 204, 243-254.

Soria, F.M.J., Ferrara, C.R., Etchevers, B.J., Alcantar, G.G., Trinidad, S.J., Borges, G.L., & Pereyda, P.G. (2001). Producción de bio-fertilizantes mediante biogestión de excreta líquida de cerdo. Chapingo.Mexico.Revista terra Latinoamérica, 19.

Shaharoona, B., Arshad, M., & Zahir, Z.A. (2006). 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC)-deaminase rhizobacteria attenuates ACC-induced classical triple response in etiolated pea seedlings Pakistan journal of Botany. 38: 1491-1499.

Smith, R.S. (1995). Inoculant formulations and applications to meet changing needs Zn nitrogen fixation: fundamentals and applications. Kluwer academic publishers, Dordrecht, the Netherlands.

Stamatiadis, S.; Werner, M.; Buchanan, M. (1999). Field assessment of soil quality as affected by compost and fertilizer application in a broccoli field (San Benito County, California). Appl.Soil Ecol, 12, 217-225.

Tang, W.H.; & Yang, H. (1997). Research and application of bio-control of plant diseases and PGPR in China. In plant growth-promoting rhizobacteria-present status and future prospects. Hokkaido University, Sapporo, Japan.

Tejada, M.; Garcia-Martinez, A.M.; Parrado, J. (2009). Effects of vermicompost composted with beet vinasse on soil properties, soil losses and soil restoration. Catena 77, 238-247

Tejada, M.; Hernández, M. T.; Garcia, C. (2006). Application of Two Organic Amendments on Soil Restoration: Effects on the Soil Biological Properties. J. Environ. Qual. 35: 1010-1017.

Trevors, J.T., Van J.D., Lee H., & Overbeek L S. (1992). Use of alginate and other carriers for encapsulation of microbial cells for use in soil. Microbial Releases. 1:61-69.

Thomas, R.J.; El-dessougi, H.; Tubeileh, A. (2006). Soil system management under arid and semi-arid conditions. en: Uphoff, N.; Ball, A.S.; Palm, C.; Fernandes, E.; Pretty, J.; Herren, H.; Sanchez, P.; Husson, O.; Sanginga, N.; Laing, M.; Thies, J. (eds.) biological approaches to sustainable soil systems. Taylor & Francis, crc press, Boca Raton, pp. 41-58.

Tomás G. E., Gutiérrez P. L. y Contreras F. M. (2006). El chile habanero de Yucatán. Ciencia y Desarrollo. CONACYT.

URPA-Gobernación del Valle del Cauca. (2008).

Zheljaskov, V. D.; T. Astatkie, C. D. Caldwell, J. MacLeod and M. Grimmett. (2006). Compost, manure, and gypsum application to Timothy/Red Clover forage. J. Environ. Qual. 35: 2410-2418.

## **10. ANEXOS**

### **ANEXO 1**



**INFORME DE ANALISIS  
SUELOS Y SUSTRATOS  
LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICOS**

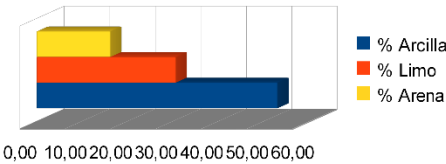
<b>Cliente</b>	Ing. Jaime Carvajal
<b>Solicitante</b>	Annabel Carvajal
<b>Municipio</b>	Dagua, Corregimiento El carmen
<b>Cultivo</b>	No especifica
<b>Finca</b>	El jacar
<b>Nombre de la muestra</b>	N° 625
<b>Fecha de Ingreso</b>	Octubre 16 de 2014
<b>Fecha de Emision</b>	Octubre 27 de 2014
<b>No Laboratorio</b>	S-1410465

ELEMENTO	UNIDAD	RESULTADO	NIVEL	METODO
MAYORES				
Fosforo (P)	ppm	24,29	MEDIO	Olsen Modificado
Potasio (K)	meq/100g suelo	0,389	MEDIO	AcNH <sub>4</sub>
SECUNDARIOS				
Calcio (Ca)	meq/100g suelo	9,88	ALTO	AcNH <sub>4</sub>
Magnesio (Mg)	meq/100g suelo	3,21	ALTO	AcNH <sub>4</sub>
Sodio (Na)	meq/100g suelo	0,180	NORMAL	AcNH <sub>4</sub>
Azufre (S)	p.p.m	98,59	ALTO	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
MENORES				
Boro (B)	p.p.m	9,291	ALTO	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
Hierro (Fe)	p.p.m	61,2	ALTO	Doble Acido
Cobre (Cu)	p.p.m	3,08	ALTO	Doble Acido
Zinc (Zn)	p.p.m	3,84	ALTO	Doble Acido
Manganeso (Mn)	p.p.m	77,0	ALTO	Doble Acido
ELEMENTOS ESPECIALES				
Conductividad a 25 °C	dS/m	0,003	NO SALINO	Ext. Sat.
Capacidad de intercambio catiónico	meq/100g suelo	22,45	ALTA	AcNH <sub>4</sub>
Carbono (C)	%	3,559	BAJO	Walkley-Black
Relación de Adsorción de Sodio RAS	meq/l	0,7	BAJO	Ext. Sat.-Calculada
ANALISIS DE CARACTERIZACION		UNIDAD	METODO	
Materia organica (M.O.)	%	6,14	BAJO	Walkley-Black
pH	Adimensional	6,31	LIG ACIDO	1-2.5

ANALISIS DE TEXTURA	
% Arcilla	53,03
% Limo	30,68
% Arena	16,29

TEXTURA  
ARCILLOSO

GRAFICA DE TEXTURAS



  
JEFE DE LABORATORIO

Parque Industrial los Caimitos Bodega No 9 Calle 44 # 42 -116  
Telefax: (57) (2) 2749333 Celular (315) 535 89 59 E-mail : analista@labsag.biz  
Palmira – Valle – Colombia

ANEXO 2

FERTIBIOL

Fertilizante Orgánico

1. COMPOSICIÓN

CONTENIDO	
Nitrógeno Total (N).....	83,10 g/L
Potasio soluble en agua (K2O).....	40,0 g/L
Calcio soluble en agua (CaO).....	9,2 g/L
Magnesio soluble en agua (Mg).....	7,5 g/L
Azufre soluble en agua (S).....	8,5 g/L
Hierro soluble en agua (Fe).....	0,3 g/L
Sodio soluble en agua (Na).....	6,7 g/L
Carbono orgánico Oxidable Total.....	54,8 g/L
Ácidos Húmicos.....	12,2 g/L
Ácidos Fúlvicos.....	42,6 g/L
Relación C/N.....	0,78 g/L
pH en solución al 10%.....	7,4
Densidad a 20 °C. (g/ml).....	1,1819
Conductividad eléctrica 1:200.....	1,57 dS/m
sólidos suspendidos totales.....	43,9 g/L

FICHA TÉCNICA

HUMITA - 15

Lic. Venta I.C.A. No. 2602 - 02.10.95

1. NOMBRE DEL PRODUCTO: HUMITA – 15
2. DENOMINACIÓN: Enmienda orgánica húmica líquida. Ácidos húmicos y fúlvicos extraídos a partir de Leonardita.
3. ASPECTO FÍSICO: líquido color negro oscuro y olor específico.
4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FÍSICAS DEL PRODUCTO
- CARBONO DEL EXTRACTO HUMICO TOTAL (CEHT).....127.1 g/l
- CARBONO DE ACIDOS HUMICOS (CAH).....73.1 g/l
- CARBONO DE ACIDOS FÚLVICOS (CAF).....54.0 g/l
- POTASIO TOTAL (K<sub>2</sub>O).....40.9 g/l
- pH.....11.0
- DENSIDAD A 20°C.....1.10 g/cm³

FOS - K

Organic-Mineral Fertilizer

COMPOSITION	
Content	
Average Nitrogen (N)	61.20 g/L
Potassium soluble water (K2O)	76,00 g/L
Phosphorus soluble in water (P2O5)	114.300 g/L
Calcium soluble in water (CaO)	2.49 g/L
Magnesium soluble in water(MgO)	183.16 g/L
Sulfur soluble in water(S)	13.80 g/L
Boron soluble in water(B)	0.040 g/L
Zinc soluble in water(Zn)	0.040 g/L
Manganese(Mn) Sol. Insoluble in water	0,1 g/L
Iron (Fe) sol. Insoluble in water	0,3 g/L
Sodium (Na)	1.80 g/L
Oxidizeble Organic Carbon Average	61.40 g/L
Relation C/N	0.99 g/L
pH in solution to 10%	4.86
Density to 20 °C. (g/ml)	1,2715
Solids susp. Averages	82.10 g/L



FICHA TÉCNICA

SAFER MICORRIZAS M.A

INOCULANTE BIOLÓGICO DE USO AGRÍCOLA

REGISTRO DE VENTA ICA 7969

SAFER MICORRIZAS M.A es un bioestimulante radicular que permite incrementar la productividad de las plantas y reducir el uso de fertilizantes, constituyéndose en una alternativa de producción más eficiente y amigable con el ambiente.

**DESCRIPCIÓN Y MECANISMO DE ACCIÓN**

SAFER MICORRIZAS M.A contiene esporas, micelio y propágulos (raicillas colonizadas, micelio libre y esporas), que facilitan el crecimiento y desarrollo de las plantas al establecer una simbiosis. Esta relación beneficia a la mayoría de los cultivos de importancia económica al hacerlos más eficientes en la absorción de nutrientes, toma de agua, tolerancia a condiciones de estrés como salinidad, suelos ácidos y/o básicos y compactación, igualmente protege a las raíces contra el ataque de hongos fitopatógenos radiculares y nematodos.

SAFER MICORRIZAS M.A, es un producto comercial con base en micorrizas arbusculares de los géneros *Glomus*, *Acaulospora*, *Scutellospora* y *Entrophospora* que han mostrado sus beneficios en el desarrollo radicular y productivo de las plantas



COMPOSICIÓN	
ESPECIES	<i>Glomus fasciculatum</i> , <i>Scutellospora heterogama</i> , <i>Glomus mosseae</i> , <i>Glomus manihotis</i> , <i>Acaulospora rugosa</i> y <i>Entrophospora colombiana</i>
SUSTRATO	Suelo desinfectado libre de microorganismos patógenos
pH	5,0 - 6,0
HUMEDAD GRAVIMETRICA	Máximo 15%
% RAICES COLONIZADAS	Mínimo 70%
CONCENTRACIÓN ESPORAS	300 esporas/gramo
INDICE DE DIVERSIDAD PROMEDIO	6
VIDA ÚTIL	2 años, conservado en un ambiente fresco y seco, protegido de los rayos directos del sol.

ANEXO 3. ANOVA Y TUKEY PARA NÚMERO DE FRUTOS

ANOVA unidireccional: muestreo 1 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	1355,37	225,90	155,03	0,000
Error	28	40,80	1,46		
Total	34	1396,17			

S = 1,207    R-cuad. = 97,08%    R-cuad.(ajustado) = 96,45%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	19,600	A
t1n50	5	14,600	B
t2n100	5	8,800	C
t2n50	5	6,000	D
t3n100	5	4,600	D
t3n50	5	3,600	D
test4	5	0,400	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 2 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	1372,69	228,78	107,48	0,000
Error	28	59,60	2,13		
Total	34	1432,29			

S = 1,459    R-cuad. = 95,84%    R-cuad.(ajustado) = 94,95%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	20,800	A
t1n50	5	13,000	B
t2n100	5	8,000	C
t2n50	5	5,800	C D
t3n100	5	4,800	D
t3n50	5	4,000	D
test4	5	0,600	E



ANOVA unidireccional: muestreo 3 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	2111,09	351,85	151,10	0,000
Error	28	65,20	2,33		
Total	34	2176,29			

S = 1,526    R-cuad. = 97,00%    R-cuad.(ajustado) = 96,36%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	26,200	A
t1n50	5	13,000	B
t2n100	5	8,400	C
t2n50	5	6,000	C D
t3n100	5	5,000	D
t3n50	5	4,400	D
test4	5	1,000	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 4 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	2846,29	474,38	189,75	0,000
Error	28	70,00	2,50		
Total	34	2916,29			

S = 1,581    R-cuad. = 97,60%    R-cuad.(ajustado) = 97,09%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	29,800	A
t1n50	5	16,800	B
t2n100	5	11,400	C
t2n50	5	6,800	D
t3n100	5	5,200	D
t3n50	5	4,200	D E
test4	5	1,800	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 5 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	5155,09	859,18	181,15	0,000
Error	28	132,80	4,74		
Total	34	5287,89			

S = 2,178    R-cuad. = 97,49%    R-cuad.(ajustado) = 96,95%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	37,800	A
t1n50	5	25,800	B
t2n100	5	13,200	C
t2n50	5	8,200	D
t3n100	5	5,000	D E
t3n50	5	4,800	D E
test4	5	2,800	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 6 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	8219,54	1369,92	224,05	0,000
Error	28	171,20	6,11		
Total	34	8390,74			

S = 2,473    R-cuad. = 97,96%    R-cuad.(ajustado) = 97,52%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
<b>t1n100</b>	<b>5</b>	<b>47,600</b>	<b>A</b>
t1n50	5	29,400	B
t2n100	5	13,800	C
t2n50	5	8,400	D
t3n100	5	5,400	D E
t3n50	5	5,200	D E
test4	5	2,800	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 7 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	11640,40	1940,07	595,63	0,000
Error	28	91,20	3,26		
Total	34	11731,60			

S = 1,805    R-cuad. = 99,22%    R-cuad.(ajustado) = 99,06%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
<b>t1n100</b>	<b>5</b>	<b>55,800</b>	<b>A</b>
t1n50	5	34,200	B
t2n100	5	15,000	C
t2n50	5	8,400	D
t3n100	5	5,600	D E
t3n50	5	5,000	D E
test4	5	3,400	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 8 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	22488,57	3748,10	503,58	0,000
Error	28	208,40	7,44		
Total	34	22696,97			

S = 2,728    R-cuad. = 99,08%    R-cuad.(ajustado) = 98,89%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
<b>t1n100</b>	<b>5</b>	<b>77,000</b>	<b>A</b>
t1n50	5	41,800	B
t2n100	5	17,800	C
t2n50	5	8,800	D
t3n100	5	6,000	D E
t3n50	5	5,600	D E
test4	5	2,800	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 9 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	25910,97	4318,50	712,96	0,000
Error	28	169,60	6,06		
Total	34	26080,57			

S = 2,461    R-cuad. = 99,35%    R-cuad.(ajustado) = 99,21%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
<b>t1n100</b>	<b>5</b>	<b>82,200</b>	<b>A</b>
t1n50	5	46,800	B
t2n100	5	24,000	C
t2n50	5	10,600	D
t3n100	5	5,800	D E
t3n50	5	5,400	E
test4	5	3,200	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 10 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	33125,14	5520,86	609,56	0,000
Error	28	253,60	9,06		
Total	34	33378,74			

S = 3,010    R-cuad. = 99,24%    R-cuad.(ajustado) = 99,08%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	91,000	A
t1n50	5	59,600	B
t2n100	5	29,200	C
t2n50	5	12,200	D
t3n100	5	8,200	D E
t3n50	5	6,800	D E
test4	5	3,600	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO 4. ANOVA Y TUKEY PARA MASA FRESCA

ANOVA unidireccional: muestreo 1 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	2581,17	430,19	155,03	0,000
Error	28	77,70	2,77		
Total	34	2658,87			

S = 1,666    R-cuad. = 97,08%    R-cuad.(ajustado) = 96,45%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	27,048	A
t1n50	5	20,148	B
t2n100	5	12,144	C
t2n50	5	8,280	D
t3n100	5	6,348	D
t3n50	5	4,968	D
test4	5	0,552	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 2 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	2614,14	435,69	107,48	0,000
Error	28	113,50	4,05		
Total	34	2727,64			

S = 2,013    R-cuad. = 95,84%    R-cuad.(ajustado) = 94,95%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	28,704	A
t1n50	5	17,940	B
t2n100	5	11,040	C
t2n50	5	8,004	C D
t3n100	5	6,624	D
t3n50	5	5,520	D
test4	5	0,828	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 3 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	4020,35	670,06	151,10	0,000
Error	28	124,17	4,43		
Total	34	4144,52			

S = 2,106      R-cuad. = 97,00%      R-cuad.(ajustado) = 96,36%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
<b>t1n100</b>	<b>5</b>	<b>36,156</b>	<b>A</b>
t1n50	5	17,940	B
t2n100	5	11,592	C
t2n50	5	8,280	C D
t3n100	5	6,900	D
t3n50	5	6,072	D
test4	5	1,380	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 4 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	5420,47	903,41	189,75	0,000
Error	28	133,31	4,76		
Total	34	5553,77			

S = 2,182      R-cuad. = 97,60%      R-cuad.(ajustado) = 97,09%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
<b>t1n100</b>	<b>5</b>	<b>41,124</b>	<b>A</b>
t1n50	5	23,184	B
t2n100	5	15,732	C
t2n50	5	9,384	D
t3n100	5	7,176	D
t3n50	5	5,796	D E
test4	5	2,484	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 5 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	9817,35	1636,22	181,15	0,000
Error	28	252,90	9,03		
Total	34	10070,25			

S = 3,005      R-cuad. = 97,49%      R-cuad.(ajustado) = 96,95%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
<b>t1n100</b>	<b>5</b>	<b>52,164</b>	<b>A</b>
t1n50	5	35,604	B
t2n100	5	18,216	C
t2n50	5	11,316	D
t3n100	5	6,900	D E
t3n50	5	6,624	D E
test4	5	3,864	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 6 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	15653,3	2608,9	224,05	0,000
Error	28	326,0	11,6		
Total	34	15979,3			

S = 3,412      R-cuad. = 97,96%      R-cuad.(ajustado) = 97,52%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
<b>t1n100</b>	<b>5</b>	<b>65,688</b>	<b>A</b>
t1n50	5	40,572	B
t2n100	5	19,044	C
t2n50	5	11,592	D
t3n100	5	7,452	D E
t3n50	5	7,176	D E

test4    5    3,864                    E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 7 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	22167,98	3694,66	595,63	0,000
Error	28	173,68	6,20		
Total	34	22341,66			

S = 2,491    R-cuad. = 99,22%    R-cuad.(ajustado) = 99,06%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
<b>t1n100</b>	<b>5</b>	<b>77,004</b>	<b>A</b>
t1n50	5	47,196	B
t2n100	5	20,700	C
t2n50	5	11,592	D
t3n100	5	7,728	D E
t3n50	5	6,900	D E
test4	5	4,692	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 8 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	42827,2	7137,9	503,58	0,000
Error	28	396,9	14,2		
Total	34	43224,1			

S = 3,765    R-cuad. = 99,08%    R-cuad.(ajustado) = 98,89%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
<b>t1n100</b>	<b>5</b>	<b>106,26</b>	<b>A</b>
t1n50	5	57,68	B
t2n100	5	24,56	C
t2n50	5	12,14	D
t3n100	5	8,28	D E
t3n50	5	7,73	D E
test4	5	3,86	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 9 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	49344,9	8224,1	712,96	0,000
Error	28	323,0	11,5		
Total	34	49667,8			

S = 3,396    R-cuad. = 99,35%    R-cuad.(ajustado) = 99,21%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
<b>t1n100</b>	<b>5</b>	<b>113,44</b>	<b>A</b>
t1n50	5	64,58	B
t2n100	5	33,12	C
t2n50	5	14,63	D
t3n100	5	8,00	D E
t3n50	5	7,45	E
test4	5	4,42	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 10 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	63083,5	10513,9	609,56	0,000
Error	28	483,0	17,2		
Total	34	63566,5			

S = 4,153      R-cuad. = 99,24%      R-cuad.(ajustado) = 99,08%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	125,58	A
t1n50	5	82,25	B
t2n100	5	40,30	C
t2n50	5	16,84	D
t3n100	5	11,32	D E
t3n50	5	9,38	D E
test4	5	4,97	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO 5. ANOVA Y TUKEY PARA MASA SECA

ANOVA unidireccional: muestreo 1 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	195,716	32,619	155,03	0,000
Error	28	5,892	0,210		
Total	34	201,607			

S = 0,4587      R-cuad. = 97,08%      R-cuad.(ajustado) = 96,45%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	7,4480	A
t1n50	5	5,5480	B
t2n100	5	3,3440	C
t2n50	5	2,2800	D
t3n100	5	1,7480	D
t3n50	5	1,3680	D
test4	5	0,1520	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 2 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	198,216	33,036	107,48	0,000
Error	28	8,606	0,307		
Total	34	206,822			

S = 0,5544      R-cuad. = 95,84%      R-cuad.(ajustado) = 94,95%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	7,9040	A
t1n50	5	4,9400	B
t2n100	5	3,0400	C
t2n50	5	2,2040	C D
t3n100	5	1,8240	D
t3n50	5	1,5200	D
test4	5	0,2280	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 3 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	304,841	50,807	151,10	0,000
Error	28	9,415	0,336		
Total	34	314,256			

S = 0,5799      R-cuad. = 97,00%      R-cuad.(ajustado) = 96,36%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	9,956	A
t1n50	5	4,940	B
t2n100	5	3,192	C

t2n50	5	2,280	C D
t3n100	5	1,900	D
t3n50	5	1,672	D
test4	5	0,380	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 4 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	411,004	68,501	189,75	0,000
Error	28	10,108	0,361		
Total	34	421,112			

S = 0,6008      R-cuad. = 97,60%      R-cuad.(ajustado) = 97,09%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	11,324	A
t1n50	5	6,384	B
t2n100	5	4,332	C
t2n50	5	2,584	D
t3n100	5	1,976	D
t3n50	5	1,596	D E
test4	5	0,684	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 5 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	744,394	124,066	181,15	0,000
Error	28	19,176	0,685		
Total	34	763,571			

S = 0,8276      R-cuad. = 97,49%      R-cuad.(ajustado) = 96,95%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	14,364	A
t1n50	5	9,804	B
t2n100	5	5,016	C
t2n50	5	3,116	D
t3n100	5	1,900	D E
t3n50	5	1,824	D E
test4	5	1,064	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 6 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	1186,902	197,817	224,05	0,000
Error	28	24,721	0,883		
Total	34	1211,623			

S = 0,9396      R-cuad. = 97,96%      R-cuad.(ajustado) = 97,52%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	18,088	A
t1n50	5	11,172	B
t2n100	5	5,244	C
t2n50	5	3,192	D
t3n100	5	2,052	D E
t3n50	5	1,976	D E
test4	5	1,064	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 7 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	1680,874	280,146	595,63	0,000
Error	28	13,169	0,470		

Total 34 1694,043

S = 0,6858 R-cuad. = 99,22% R-cuad.(ajustado) = 99,06%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	21,204	A
t1n50	5	12,996	B
t2n100	5	5,700	C
t2n50	5	3,192	D
t3n100	5	2,128	D E
t3n50	5	1,900	D E
test4	5	1,292	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 8 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	3247,35	541,22	503,58	0,000
Error	28	30,09	1,07		
Total	34	3277,44			

S = 1,037 R-cuad. = 99,08% R-cuad.(ajustado) = 98,89%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	29,260	A
t1n50	5	15,884	B
t2n100	5	6,764	C
t2n50	5	3,344	D
t3n100	5	2,280	D E
t3n50	5	2,128	D E
test4	5	1,064	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 9 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	3741,544	623,591	712,96	0,000
Error	28	24,490	0,875		
Total	34	3766,035			

S = 0,9352 R-cuad. = 99,35% R-cuad.(ajustado) = 99,21%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	31,236	A
t1n50	5	17,784	B
t2n100	5	9,120	C
t2n50	5	4,028	D
t3n100	5	2,204	D E
t3n50	5	2,052	E
test4	5	1,216	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: muestreo 10 vs. Tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	6	4783,27	797,21	609,56	0,000
Error	28	36,62	1,31		
Total	34	4819,89			

S = 1,144 R-cuad. = 99,24% R-cuad.(ajustado) = 99,08%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

C1	N	Media	Agrupación
t1n100	5	34,580	A
t1n50	5	22,648	B
t2n100	5	11,096	C
t2n50	5	4,636	D
t3n100	5	3,116	D E
t3n50	5	2,584	D E



test4 5 1,368 E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.